

声波法在支柱瓷绝缘子带电探伤中的应用

王俊波, 洪海程, 苗银银

(广东电网公司 佛山供电局, 佛山 528000)

摘要:针对超声波检测、红外检测、紫外成像检测在实现支柱瓷绝缘子的带电检测中的局限性,提出了声波法检测,并对其带电探伤的原理和方法进行了介绍。根据现场试验结果,得出声波法能够快速准确地对支柱瓷绝缘子进行带电探伤,值得在电力系统中推广应用。

关键词:支柱瓷绝缘子; 声波; 探伤

中图分类号: TG115.28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2013)11-0079-02

Application of Acoustic Detection in Post Overhaul in Line

WANG Jun-Bo, HONG Hai-Cheng, MIAO Yin-Yin

(Foshan Power Bureau, Guangdong Power Grid, Foshan 528000, China)

Abstract: Because of the limitation of ultrasonic testing, infrared detection and ultraviolet detection in the charged detection of strut porcelain insulator, acoustic detection is used. The principle and method of the charged detection are introduced. According to test result the conclusion can be drawn as follows: Compared to other methods, acoustic detection is fast and effective, which is worth to be used in power system.

Keywords: Post overhaul; Acoustic; Detection

支柱瓷绝缘子是变电站的重要设备部件,起着支撑输电导线和绝缘的作用。它是经高温烧制而成的瓷产品,如果在制造过程中原料配方错误或工艺不当,均易形成瓷件内部缺陷。另外,瓷件没有固定的形变且韧性极低,在长期运行中受机械负荷和冰雪、低温、大风、暴雨等恶劣环境因素的影响,加之设计、安装和维护检修等方面的原因,使得支柱瓷绝缘子及瓷套极易发生突然断裂。支柱瓷绝缘子及瓷套一旦发生断裂,会造成变电站、供电线路部分停电或全部停电,严重影响社会的稳定和国民经济建设。为了加强对高压支柱瓷绝缘子的技术监督,必须提高支柱瓷绝缘子探伤技术水平,促进支柱瓷绝缘子无损检测技术的应用和发展^[1-2]。

1 支柱瓷绝缘子无损检测现状

目前对于支柱瓷绝缘子的无损检测主要采用超

声波检测、红外检测和紫外成像检测三种方法。

超声波检测是目前主流的、公认的支柱绝缘子无损检测的有效手段^[3-4]。江苏电力公司《输变电设备交接和状态检修试验规程》明确将其作为绝缘子诊断试验方法。超声波检测可分为纵波斜角入射检测和爬波检测^[5]。前者检测速度慢,且存在检测盲区^[6],即绝缘子第一瓷沿(图1中绝缘子最下端瓷裙)到法兰口(图1仪器探头接触部位)轴向距离(垂直距离)较大或较小时易受回波影响而漏检。后者检测速度快,无检测盲区,且能很快地对裂纹测长,现场多采用该方法检测。超声波检测只适用于停电的情况下,无法做到带电检测。

红外检测是目前电力部门普遍采用的带电测试手段,具有不停电、远距离、大面积、快速扫查的技术优势。尽管大量的试验结果表明,红外检测能够发现界面气隙局部放电引起的温度场变化,但是红外检测还不能作为一种独立的检测方法应用于支柱绝缘子的检测,原因在于检测结果受到如绝缘子表面发射率、绝缘子负荷等级、检测距离、大气吸收、天气和红外检测仪器等多因素的综合影响,难以确认结

收稿日期: 2013-01-03

作者简介: 王俊波(1986-),男,工程师,工学硕士,主要从事输配电设备状态监测工作。

果的准确性; 绝缘子受损程度与其表面发热量的量化关系有待建立。

紫外成像检测是检测微小裂纹在高电压下因畸变电场产生的电晕放电。通过观测瓷表面的放电判断是不是有裂纹。该方法具有很多局限性。首先必须达到起晕电压, 如果未达到起晕电压, 即使有裂纹也无法发现。绝缘子表面的脏污和法兰粘接水泥的干裂也会产生同样的放电, 仪器无法加以区分。而紫外成像检测发现的大部分放电都属于上述原因引起。因此紫外成像方法只能检测顶部高压端法兰部位的外表裂纹, 其它任何部位的裂纹及缺陷均无法检出。且发现放电后还要甄别放电的原因, 因此紫外成像检出率很低, 且大部分区域无法检测^[6]。

综上所述, 为了提高支柱绝缘子的无损检测水平, 必须引入一种新的方法, 能够在不停电的情况下快速、有效地检测支柱绝缘子的运行状况。

2 声波法检测

2.1 检测仪器

现场检测采用便携式 SCT-I 系列支柱瓷绝缘子带电探伤仪(如图 1 所示)。利用声波原理, 通过向绝缘子底部发射特殊激励振动波, 同时接收其振动反馈波, 经专用软件自动分析该反馈波形的频谱是否正常, 通过频谱分析得出功率密度谱图, 及声幅值随频率的变化关系图, 其检测判据如表 1 所示。

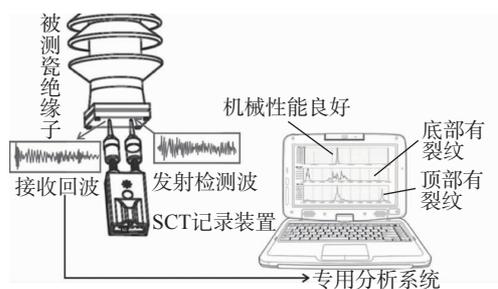


图 1 SCT-I 系列支柱瓷绝缘子带电探伤仪

表 1 SCT-I 系列支柱瓷绝缘子带电探伤仪检测判据

	绝缘子状态		
	无缺陷	顶部法兰有缺陷	底部法兰有缺陷
机械状况		顶部法兰有缺陷时, 在振动功率谱密度图上, 除了频率 4 500 Hz 的基本峰外, 还有在 1 000~3 000 Hz 频率区域的峰值, 并且当该峰值大小超过基本峰值的一半时, 要关注。	底部法兰有缺陷时, 在振动功率谱密度图上, 除了频率 4 500 Hz 的基本峰外, 还有在 8 000~10 000 Hz 频率区域的峰值, 并且当该峰值大小超过基本峰值的一半时, 要关注。
典型功率谱密度图特征	良好的绝缘子, 不论是哪个国家生产, 哪个工厂制造, 也不管环境温度怎样, 都有在频率 4 500 Hz 区域的基本值。		

据此即可判断该绝缘子内外是否存在裂纹、裂纹的大概部位、机械强度是否降低或丧失, 以及绝缘子是否老化等缺陷, 将瓷瓶探伤的准确性、安全性、实用性、高效性提升到新的高度。仪器单人操作, 检测一只瓷瓶只需 20 s。

2.2 检测实例

某供电局 220 kV 变电站 110 kV I 段母线刀闸 C 相支柱瓷绝缘子突发断裂, 造成局部停电事故。在事故处理期间, 试验人员对同厂家同批次的 110 kV II 段母线刀闸 A, B, C 三相支柱瓷绝缘子进行了声波检测, 检测结果如图 2 所示。

现场测试峰值出现的频域范围与实验室判据之间存在 1 000 Hz 的差别, 分析认为可能是由于现场电磁波干扰造成, 具体原因尚需进一步研究。通过观察 110 kV II 段母线刀闸 A, B, C 三相支柱瓷绝缘子功率谱密度图可以发现, A, B 两相只在 3.5 kHz 左右出现基本峰, 而 C 相除了 3.5 kHz 左右出现基本峰外, 在 5.9 kHz 左右出现区域峰值, 而且其幅值超过基本峰的一半。停电检查发现外观并无异常, 但是经过超声波检测发现该支柱绝缘子下部第一伞裙与法兰之间存在 2~3 cm 的裂缝, 该部位出

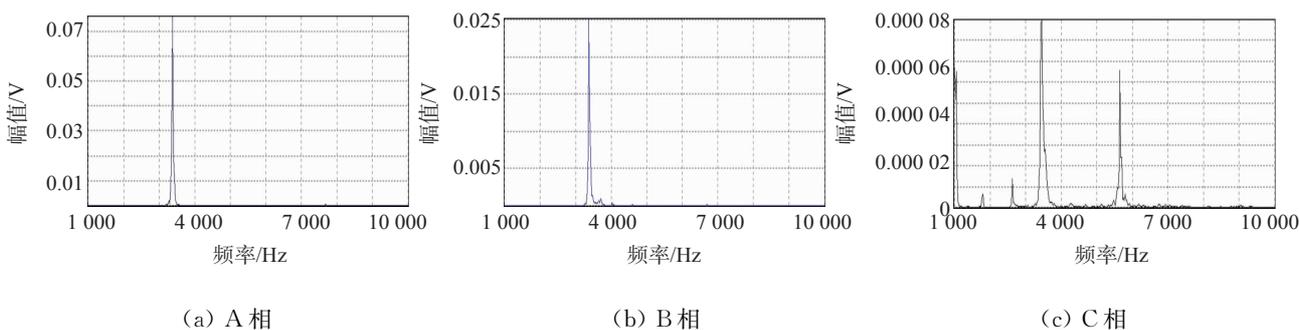


图 2 110 kV II 段母线刀闸支柱瓷绝缘子功率谱密度图

(下转第 82 页)

技术、标准、法规和应用技术水平。信任延期根据表 2 规定打分。如果不能完成信用体系认证,必须参加重新认证考试。

(3) 若重新认证是在有效期过后 12 个月后进行,1,2 级人员须完成通用、专业和实践考试,3 级人员须完成主要方法考试,仅免考大基础。

7 证书吊销

由于报考人在提供证明材料或考试中有任何不道德行为,本认证机构有权对其做出吊销证书的处罚,至少一年内不得申请考证。

8 标准转换

EN 473:2008 标准,ISO 9712:2005 和 ISO 9712:2012 国际标准之间的转换。在该国际标准发布之前,根据 EN 473:2008 和 ISO 9712:2005 标准进行认证的证书继续保持有效,直至证书延期时更换。目前须根据新标准延期或重新认证。

9 新增产品门类

RT 新增锻件和管材产品门类;MT,PT 新增管材产品门类见新标准 ISO 9712-2012 附录 B。

10 统一大纲和教材

培训机构必须执行 ISO/TR 25107 培训大纲以及根据该大纲编写的教材和参考资料,试题和试块的选择必须符合大纲的要求。

11 使用有效期内的标准与规范

理论教学与考试、实际操作练习与考试所用的标准规范等文件都必须在其有效期内。

表 2 信用体系认证活动分值表

序号	活动	每项活动 的分数	一年中 每项活动 的最高分数	每五年每 项活动的 最高分数
1	NDT 学会成员,参加学会的研讨会,交流会,大会和有关 NDT 科学和技术的课程	1	3	8 ^a
2.1	参加国际或国内标委会	1	3	8 ^a
2.2	标委会会议主持者	1	3	8 ^{ab}
3.1	参加其他 NDT 委员会会议	1	3	8 ^a
3.2	NDT 委员会会议主持者	1	3	8 ^{ab}
4.1	参加 NDT 工作组会议	1	5	15 ^a
4.2	NDT 工作组会议主持者	1	5	15 ^{ab}
5.1	与 NDT 有关的技术科研成果或出版物	3	6	20 ^{cd}
5.2	NDT 研究有关的出版物	3	6	15 ^{cd}
5.3	NDT 研究活动	3	6	15 ^{cd}
6	NDT 技术讲师(每 2 小时)和/或 NDT 考官(每场考试)	1	10	30 ^d
7	专业性活动	—	—	—
7.1	负责 NDT 培训中心或考试中心的设备或 NDT 工程(见附件 E,每一整年)	10	10	40 ^d
7.2	处理客户间的纠纷	1	5	15 ^d
7.3	NDT 应用的发展	1	5	15 ^d

a:第 1~4 项的最高分数为 20 分
 b:对同时参加和做主持者的人员计分
 c:如超过 1 个作者,第一作者应对其他作者规定分数
 d:第 5~6 项最高分数为 30 分,第 7 项最高分为 50 分

(上接第 80 页)

现裂缝很容易导致支柱绝缘子断裂。

3 结语

利用声波法检测支柱瓷绝缘子可以在不停电的情况下进行,不影响设备的正常运行。相对于超声波方法其检测效率大大提高;相对于红外、紫外等带电测试手段,声波法更有效。对于有条件的供电企业,笔者建议开展此类测试,为支柱瓷绝缘子的状态检修积累经验。

参考文献:

[1] 王勇,印华,王谦,等. 超声法在支柱瓷绝缘子探伤中的

应用[J]. 电瓷避雷器,2007(3):5-13.
 [2] 李晓红,王敏. 支柱瓷绝缘子的超声检测有效性[J]. 中国电机工程学报,2005,9(26):159-163.
 [3] 王立新,卫志刚,孙丙新. 变电站支柱瓷绝缘子超声波检测的工艺方法和试验分析[J]. 无损检测,2006,28(12):636-640.
 [4] 蒋云,王维东,蔡红生,等. 支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测工艺方法研究[J]. 无损探伤,2009(6):6-13.
 [5] 王立新,卫志刚,孙丙新. 变电站支柱瓷绝缘子超声波检测的工艺方法和试验分析[J]. 无损检测,2006,28(12):636-640.
 [6] 杨守东. 户外高压瓷瓶断裂的综合分析及防护措施[J]. 吉林电力技术,1995(3):52-55.